

平成 21 年度入学試験問題

医 学 科 (前 期)

理 科

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～ 8 ページ
化 学	9 ページ～16 ページ
生 物	17 ページ～21 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

(注 意)

1. 問題冊子及び解答冊子は試験開始の合図があるまで開かないでください。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には必ず受験番号を記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。
4. 選択した科目の解答冊子の選択科目確認欄に正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
5. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
6. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の所定の欄に記入してください。
7. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
8. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
9. 試験時間は 120 分です。
10. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
11. 問題冊子は持ち帰ってかまいません。

化 学

1. 化学は全部で3問題あり，合計8ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は□1と□3に1ページずつ，□2に2ページ，合計4ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄内に記入しなさい。

1 次の文を読んで、問1～問6に答えなさい。

鉄の酸化物には、赤褐色の酸化鉄(Ⅲ)、黒色の(ア)、酸化鉄(Ⅱ)などがある。酸化鉄(Ⅲ)や(ア)は鉄鉱石の主な成分であり、溶鉱炉に鉄鉱石、コークス、石灰石を入れて温風を吹き込むと、コークスが燃焼して高温となり、生成した(イ)が鉄鉱石と反応し、鉄が遊離してくる。このとき得られる鉄は銑鉄と呼ばれ、炭素が約4%含まれている。さらに、転炉の中で、融解した銑鉄に酸素を吹き込んで炭素を0.02～2%に減少させて鋼とする。このとき、残存していた不純物も同時に燃焼、除去される。鋼は、かたくてねばり強く、鋼材として多量に用いられている。

純粋な鉄は、比較的やわらかい銀白色の金属であり、その結晶は体心立方格子に分類され、単位格子中の原子の数は(ウ)であり、最密充填構造にはなっていない。また、鉄は、空気中の酸素や水分によってさびを生じやすい。そのため、めっきや塗装を施し、鉄がさびるのを防いでいる。

鉄は、希硫酸と反応し、水素を発生して溶ける。このとき生成するのは鉄(Ⅱ)イオンであり、 $K_3[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加えるとターンブル青の沈殿を生じる。また、鉄は塩酸と反応しても、水素を発生して溶ける。これに塩素を通じると鉄(Ⅲ)イオンとなり、 $K_4[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加えると(エ)青の沈殿を生じる。(オ)イオンは、ヘム中にも含まれており、酸素の運搬を担っている。

問1 文中の(ア)～(オ)にあてはまる語または数字を記しなさい。

問2 下線部(a)の化学式を書き、溶鉱炉における役割を答えなさい。

問3 下線部(b)の充填率(原子自身が結晶中の空間に占める体積の割合)を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

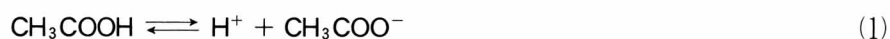
問4 下線部(c)について、最密充填構造の金属の結晶格子にはどのようなものがあるか。その名称を記しなさい。

問5 下線部(d)で得られる製品にはトタンとブリキがあるが、めっきする金属をそれぞれ化学式で示しなさい。

問6 下線部(e)の錯イオンの名称を書き、形を図示しなさい。なお、配位結合は→で示しなさい。

- 2 次の文を読んで、問1～問6に答えなさい。ただし、温度はすべて25℃とする。また、 $\log_{10} 1.5 = 0.18$, $\log_{10} 1.7 = 0.23$, $\log_{10} 2.5 = 0.40$, $\log_{10} 4.0 = 0.60$, $\log_{10} 4.5 = 0.65$, $\log_{10} 6.7 = 0.82$ とする。

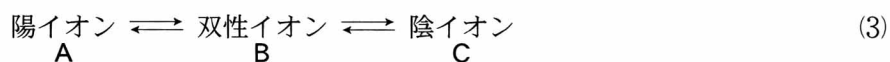
一般に、弱酸とその塩、または弱塩基とその塩の混合水溶液は、強酸や強塩基を少量加えてもpHがほぼ一定に保たれる。このような働きのある溶液を緩衝液という。酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液のpHは、次の電離平衡と電離定数 K_a から導かれる。



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad (2)$$

酢酸ナトリウムは完全に電離しているので、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ は最初の酢酸ナトリウムのモル濃度にはほぼ等しく、また、酢酸はほとんど電離していないので、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ は最初の酢酸のモル濃度にはほぼ等しい。これらの近似によって、pHが計算できる。

アミノ酸は、分子内にカルボキシル基とアミノ基をもっているため、アミノ酸からも緩衝液をつくることのできる。グリシンを例にとって考えてみる。グリシンは、水溶液中で以下の3種類のイオンとして存在し、互いに電離平衡の状態にある。



したがって、 $\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$ または $\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ の電離平衡を使って、2種類の緩衝液をつくることのできる。前者の電離定数 K_{a_1} は 4.5×10^{-3} 、後者の電離定数 K_{a_2} は 1.7×10^{-10} である。このように K_{a_1} と K_{a_2} の値は大きく異なるので、グリシンを用いた緩衝液のpHを求めるのに、それぞれの電離平衡を独立に考えてよい。

問1 (2)式から、酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液のpHを求める式を誘導しなさい。なお、その過程も示しなさい。

問2 アンモニアの電離平衡と電離定数 K_b の式を書きなさい。

問3 グリシンは、結晶中でもイオンBになっている。このことは、グリシンのどのような性質に反映されているか、記しなさい。

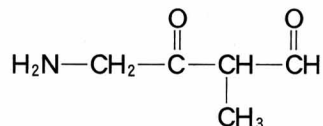
問4 0.10 mol/LのAの塩化物の水溶液50 cm³と0.10 mol/LのBの水溶液50 cm³を混合して得られる緩衝液のpHを求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 5 0.10 mol/L の A の塩化物の水溶液 10 cm^3 に、1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときの滴定曲線の概略を書きなさい。また、等電点の位置を示しなさい。

問 6 0.20 mol/L のグリシン水溶液 25 cm^3 と 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 cm^3 を混合し、 100 cm^3 に希釈したときの pH を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

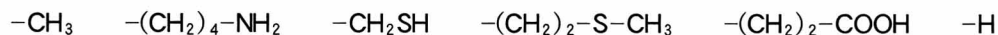
3 次の文を読んで、問 1～問 5 に答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。

(例)



アミノ酸分子がペプチド結合で結びついた構造の物質をペプチドといい、多数のアミノ酸分子が結合したものをポリペプチドという。タンパク質は、ポリペプチドの構造をもつ鎖状高分子化合物である。タンパク質を構成するアミノ酸では、アミノ基とカルボキシル基が同一炭素原子に結合している。このようなアミノ酸を α -アミノ酸といい、その示性式は $\text{RCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ で表される(ただし、Rは側鎖を示す)。タンパク質溶液に濃硝酸を加えて熱し、冷却後アンモニア水を加えて塩基性にする^(a)と橙黄色になる。これはアミノ酸の側鎖に含まれる(ア)が(イ)化されるために起こる。

ある鎖状トリペプチドは、異なるアミノ酸 A, B, C からなり、側鎖 R に含まれる官能基がアミド結合に関与していた。N 末端のアミノ酸 A はアミノ酸分子間でジスルフィド結合を形成して 2 量体となる^(b)ことがわかった。1 mol のアミノ酸 B を完全にエステル化するには、2 mol のメタノールが必要であった。また、このトリペプチドを弱い酸で加水分解したところ、2 種類のジペプチドが生成した。それぞれのジペプチドに水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱し、酸を加えて中和後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、いずれも等量の黒色沈殿が生じた。ただし A, B, C の側鎖 R は、以下に示した 6 種類の側鎖のうち、いずれかである。



問 1 文中の(ア)と(イ)にあてはまる語を記しなさい。

問 2 下線部(a)の反応の名称を記しなさい。

問 3 アミノ酸 A, B, C の名称をそれぞれ記しなさい。

問 4 下線部(b)の 2 量体の構造式を書きなさい。

問 5 文中の鎖状トリペプチドの構造式を書きなさい。